



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09068170 A

(43) Date of publication of application: 11.03.1997

(51) Int. Cl. F04B 49/06  
G05B 13/02

(21) Application number: 07219996  
(22) Date of filing: 29.08.1995

(71) Applicant: HITACHI LTD  
(72) Inventor: NAGAREI HIDEAKI  
TADOKORO HIDEYUKI  
SUZUKI YASUFUMI  
YODA MIKIO

(54) SEWAGE PUMP CONTROL DEVICE IN  
SEWAGE TREATMENT PLANT

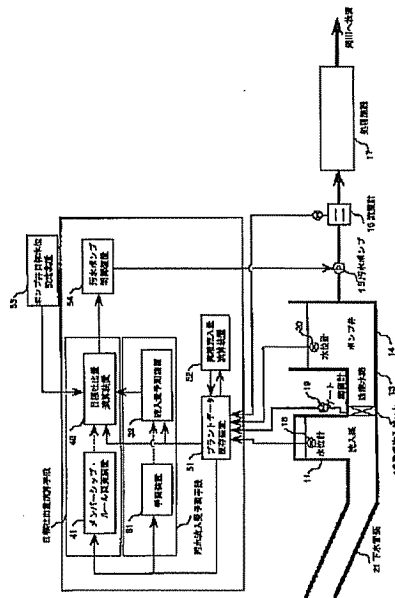
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To transport a fixed amount of sewage water, unsteadily flowing in, to a waste water disposal facility, by estimating an inflow amount of sewage water flowing in for a fixed time to a sewage storage facility in a sewage treatment plant, and determining a transport amount of sewage water in accordance with a predetermined rule based on a present and future sewage water inflow condition.

**SOLUTION:** A water level meter 18 in an inflow conduit 11 of sewage water flowing in from a sewage pipe conduit 21, water level meter 20 in a pump well 14, flow meter 16 behind a sewage pump 15 and a gate opening meter 19 in a dust removing inflow gate 12 are respectively arranged, and these measuring data are stored in a storage device 51. Here in an arithmetic device 52, an inflow amount during 1 control period is converted in that per 1 hour, so as to calculate an actual inflow amount. A weight coefficient of neural network determined in a learning device 31 is reflected in an inflow amount estimating device 32. Further, membership and arithmetic rule determined by a change device 41 are reflected to a target delivery

amount arithmetic device 42. In accordance with a target water level or the like set in a setting device 53, a target delivery amount is determined.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

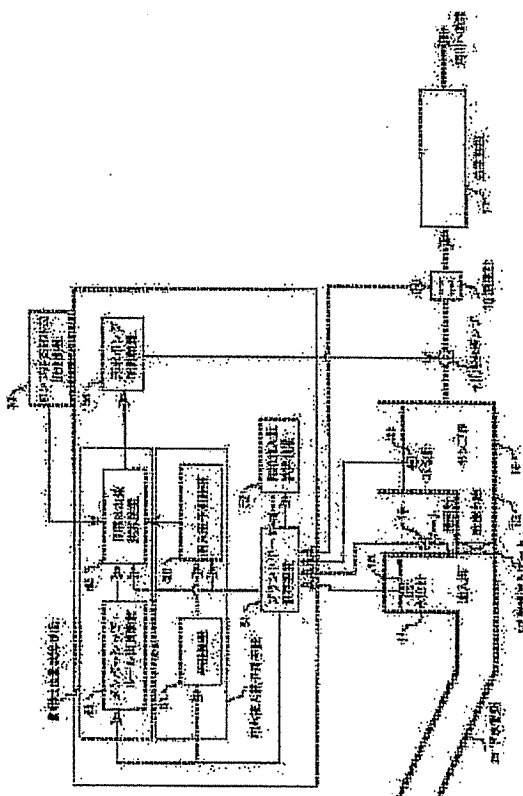


**SEWAGE PUMP CONTROL DEVICE IN SEWAGE TREATMENT PLANT**

**Patent number:** JP9068170 (A)  
**Publication date:** 1997-03-11  
**Inventor(s):** NAGAREI HIDEAKI; TADOKORO HIDEYUKI; SUZUKI YASUFUMI; YODA MIKIO  
**Applicant(s):** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- **international:** F04B49/06; G05B13/02; F04B49/06; G05B13/02; (IPC1-7): F04B49/06; G05B13/02  
- **europaen:**  
**Application number:** JP19950219996 19950829  
**Priority number(s):** JP19950219996 19950829

**Abstract of JP 9068170 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To transport a fixed amount of sewage water, unsteadily flowing in, to a waste water disposal facility, by estimating an inflow amount of sewage water flowing in for a fixed time to a sewage storage facility in a sewage treatment plant, and determining a transport amount of sewage water in accordance with a predetermined rule based on a present and future sewage water inflow condition. **SOLUTION:** A water level meter 18 in an inflow conduit 11 of sewage water flowing in from a sewage pipe conduit 21, water level meter 20 in a pump well 14, flow meter 16 behind a sewage pump 15 and a gate opening meter 19 in a dust removing inflow gate 12 are respectively arranged, and these measuring data are stored in a storage device 51.; Here in an arithmetic device 52, an inflow amount during 1 control period is converted in that per 1 hour, so as to calculate an actual inflow amount. A weight coefficient of neural network determined in a learning device 31 is reflected in an inflow amount estimating device 32. Further, membership and arithmetic rule determined by a change device 41 are reflected to a target delivery amount arithmetic device 42. In accordance with a target water level or the like set in a setting device 53, a target delivery amount is determined.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)3月11日

### 技術表示箇所

**L**

N

最終頁に続く

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下水処理区域から下水管渠を経て集められた汚水を貯蔵する汚水貯留施設と汚水処理施設及び該汚水貯留施設から該汚水処理施設へ汚水を輸送する汚水ポンプとを有し、該汚水貯留施設内に下水の流入渠と除塵水路及びポンプ井とを備えた下水処理場の汚水ポンプ制御装置であって、

前記汚水貯留施設内の流入渠の水位とポンプ井の水位及び除塵水路のゲート開度、前記汚水ポンプの吐出量の各時系列データを保存するプラントデータ保存手段と、前記プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位と汚水ポンプ吐出量とに基づいて、過去のある時点から現在までに下水処理場に流入した汚水量を演算する実績流入量演算手段と、

前記プラントデータ保存手段に保存された時系列データと前記実績流入量及び該実績流入量の変化率に基づいて、現在より先のある一定時間内に前記汚水貯留施設に流入する汚水流入量を予測する汚水流入量予測手段と、前記ポンプ井水位と予め定めたポンプ井の目標水位とからポンプ井水位偏差を求め、前記汚水流入量予測手段で得られた予測流入量と前記ポンプ井吐出量とから揚水量偏差を求めて、これらによりポンプ井の水位をある範囲内に抑えながら吐出量をなるべく一定にする目標吐出量演算ルールを作成して該ルールに従い汚水ポンプの吐出量を決定する目標吐出量演算手段と、

該目標吐出量演算手段で決定された吐出量になるように汚水ポンプの運転台数、回転数及び吐出弁の開度の少なくとも1つを制御する汚水ポンプ運転制御手段とを備えたことを特徴とする下水処理場の汚水ポンプ制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記プラントデータ保存手段に保存された時系列データと前記実績流入量演算手段で求められた実績流入量及び実績流入量の変化率を用い、バックプロパゲーション法によりニューラルネットワークの重み係数を決定する学習手段と、前記プラントデータ保存手段に保存された時系列データと前記実績流入量演算手段で求められた実績流入量及び実績流入量の変化率を入力とし、該重み係数をもとに、現在より先のある一定時間内に前記汚水貯留施設に流入する汚水流入量を予測する前記汚水流入量予測手段とを備えたことを特徴とする下水処理場の汚水ポンプ制御装置。

【請求項3】 請求項1または2において、前記汚水貯留施設内の流入渠の水位とポンプ井の水位とが同一の挙動を示すように構成されている場合に、該流入渠水位と該ポンプ井水位のどちらか一方が前記学習手段或いは前記汚水流入量予測手段に入力されるようにしたことを特徴とする下水処理場の汚水ポンプ制御装置。

【請求項4】 請求項1または2において、前記プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位とポンプ吐出量、予め定めたポンプ井の目標水位及び前記汚水流入量

予測手段で得られた予測流入量を用い、ファジィ推論において、ポンプ井の水位変動をある範囲内に抑えながら吐出量をなるべく一定にするように演算するためのメンバーシップ関数及び推論ルールを変更する手段と、前記プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位とポンプ吐出量、予め定めたポンプ井の目標水位及び前記汚水流入量予測手段で得られた予測流入量を入力とし、前記メンバーシップ関数と推論ルールに従いファジィ推論により汚水ポンプの目標吐出量を決定する前記目標吐出量演算手段を備えたことを特徴とする下水処理場の汚水ポンプ制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、下水処理場における汚水ポンプの制御装置に係り、特に汚水貯留施設に非定常に流入してくる汚水を、流入量にかかわらずになるべく一定量だけ汚水処理施設に輸送するようにした汚水ポンプ制御装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 下水処理場は、下水処理区域から下水管渠を経て集められた汚水を貯蔵する汚水貯留施設と汚水処理施設及び汚水貯留施設から汚水処理施設へと汚水を輸送する汚水ポンプとを有する。また、汚水貯留施設内には、通常、下水の流入渠と除塵水路及びポンプ井とが備えられる。

【0003】 汚水は、管渠より汚水貯留施設内の流入渠に流入しポンプ井へと達する。その後、汚水ポンプにより汚水処理施設へと輸送されて処理され、河川へ放流される。

【0004】 汚水ポンプを自動運転する場合には、通常、汚水ポンプの吐出量を一定に保つ吐出量一定制御と、ポンプ井の水位を一定に保つ水位一定制御のうちのどちらか一方の制御方法が採用される。

【0005】 吐出量一定制御では、下水処理場への汚水の流入量の変動によりポンプ井の水位が変動する。

【0006】 一方、水位一定制御では、ポンプ井の水位は一定に保たれるがポンプの吐出量が変動する。

【0007】 汚水処理施設側からみれば、処理施設に流入する汚水の量をなるべく一定に保ち、安定した処理をしたいという要求がある。しかし、ポンプ井の水位の変動を無視するために、異常な水位変動により汚水貯留施設の浸水やポンプ故障を引き起こしやすいという問題がある。

【0008】 このようなことから、吐出量一定制御或いは水位一定制御に代わるものとして、現在の水位と過去の水位の変化の傾向をみてポンプを運転するようにした発明及び或いはポンプ井への流入流量パターンを記憶し、これにより吐出量なるべく変化しないような吐出量パターンを作成してポンプを運転するようにした発明が見出され、前者は特開平3-184101 号公報、特開平4

ー191482 号公報に示され、後者は特開平3-115786 号公報に示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】特開平3-184101 号公報に記載された発明では、ポンプ井の水位の変化傾向からポンプ起動時のポンプ井水位とポンプ停止時のポンプ井水位とを決定して、汚水ポンプ吐出量を制御している。この発明には、汚水ポンプ吐出量を一定に制御するという考えはない。

【0010】特開平4-191482 号公報及び特開平2-115786 号公報に記載された発明では、いずれも汚水ポンプ吐出量の平準化をめざしている。しかし、特開平3-115786号公報に記載の発明では、記憶した流入流量パターンと実際の流入流量とが違ったときに対応できないというように、必ずしも満足のいく制御法になっていない。

【0011】本発明は、非定常に流入してくる汚水を、流入量にかかわらずになるべく一定量を污水处理施設に輸送できるようにした汚水ポンプ制御装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、汚水貯留施設内の流入渠の水位とポンプ井の水位及び除塵水路のゲート開度、汚水ポンプの吐出量の各時系列データを保存するプラントデータ保存手段と、前記プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位と汚水ポンプ吐出量とに基づいて、過去のある時点から現在までに下水処理場に流入した汚水量を演算する実績流入量演算手段と、前記プラントデータ保存手段に保存された時系列データと前記実績流入量及び実績流入量の変化率に基づいて、現在より先のある一定時間内に汚水貯留施設に流入する汚水流入量を予測する汚水流入量予測手段と、前記ポンプ井水位と予め定めたポンプ井の目標水位とからポンプ井水位偏差を求め、前記汚水流入量予測手段で得られた予測流入量と前記ポンプ吐出量とから揚水量偏差を求めて、これらによりポンプ井の水位をある範囲内に抑えながら吐出量をなるべく一定にする目標吐出量演算ルールを作成して該ルールに従い汚水ポンプの吐出量を決定する目標吐出量演算手段と、該目標吐出量演算手段で決定された吐出量になるように汚水ポンプの運転台数、回転数及び吐出弁の開度の少なくとも1つを制御する汚水ポンプ運転制御手段とを備えたことを特徴とする下水処理場の汚水ポンプ制御装置にある。

【0013】プラントデータ保存手段に保存された時系列データと前記実績流入量演算手段で求められた実績流入量及び実績流入量の変化率を用いてバックプロパゲーション法によりニューラルネットワークの重み係数を決定する学習手段を備え、プラントデータ保存手段に保存された時系列データと実績流入量演算手段で求められた実績流入量及び実績流入量の変化率を入力とし、該重み係数をもとに、現在より先のある一定時間内に前記汚水

貯留施設に流入する汚水流入量を予測する前記汚水流入量予測手段とを備えることは更に望ましい。

【0014】また、プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位とポンプ吐出量、予め定めたポンプ井の目標水位及び前記汚水流入量予測手段で得られた予測流入量を用い、ファジィ推論において、ポンプ井の水位変動はある範囲内に抑えながら吐出量をなるべく一定にするように演算するためのメンバーシップ関数、推論ルールを変更する手段を設けて、プラントデータ保存手段に保存されたポンプ井水位とポンプ吐出量、予め定めたポンプ井の目標水位及び前記汚水流入量予測手段で得られた予測流入量を入力とし、前記メンバーシップ関数と推論ルールに従いファジィ推論により汚水ポンプの目標吐出量を決定することも望ましい。

【0015】本発明において、汚水貯留施設内の流入渠の水位とポンプ井の水位とが同一の挙動を示すように構成されている場合には、流入渠水位とポンプ井水位のどちらか一方が学習手段或いは汚水流入量予測手段に入力されるようにしてもよい。

【0016】

【作用】本発明では、下水処理場の汚水貯留施設にこれから先の一定時間に流入する汚水の流入量を予測し、更に現在及び将来の汚水流入状況をもとに、なるべく汚水の目標輸送量を変化させないように予め定めたルールに従い汚水の輸送量を決定する。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を示す図面をもとに説明する。

【0018】図1に本発明による汚水ポンプ制御装置の構成図を示す。

【0019】下水処理場はその処理区域から下水管渠21を経て集められる生活排水や産業排水等の汚水を処理し、河川に放流する。下水処理場に流入した汚水はまず流入渠11に入る。流入渠11は除塵水路13、ポンプ井14とつながっており、汚水は流入渠11からポンプ井14へ流入後、汚水ポンプ15により処理施設17へと送られ処理される。

【0020】流入渠11には水位計18が、ポンプ井14には水位計20が、汚水ポンプ15の後方には流量計16が設置してあり、流入渠水位、ポンプ井水位、汚水ポンプ吐出量が計測される。汚水ポンプ吐出量は例えば1時間当たりの吐出量として出力される。また、除塵流入ゲート12の開度がゲート開度計19で計測されて0から100 [%] で得られる。

【0021】これらの計測データは、プラントデータ保存装置51に時系列データとして保存される。

【0022】実績流入量演算装置52では、まずポンプ井水位、ポンプ吐出量から次の式に従いある一定時間（制御周期）の間に実際に処理場へ流入した汚水量を算出する。

【0023】 $Q_{in} = \Sigma P_{out} + \Delta V$

$Q_{in}$  : 1 制御周期間の汚水流入量

$\Sigma P_{out}$  : 1 制御周期間の汚水ポンプ吐出量

$\Delta V$  : 1 制御周期間の貯留量変化量

ここで、貯留量とは図2のように管渠および処理場内貯留施設内に貯留された汚水量を表す。また、貯留量は予め土木図面から作成しておいた井水位と貯留量の関係を表した「貯留量テーブル」から求められ、この貯留量テーブルは図3のようにポンプ井水位と貯留量が一対一の関係で表されている。

【0024】ここで求めた1制御周期の間の流入量をさらに1時間当たりに換算し、実績流入量とする。

【0025】学習装置31ではニューラルネットワークの重み係数を決定する。重み係数は、プラントデータ保存装置51に蓄積された各種プラントデータをもとにバックプロパゲーション法により決定する。決定された重み係数はただちに流入量予測装置32に反映される。

【0026】流入量予測装置32は、プラントデータ保存装置51に保存された各種プラントデータから将来の汚水流入量を予測する。予測には過去の汚水流入量や水位、ポンプ吐出量などの線形和として将来の流入量を計算する重回帰モデルや、汚水流入量の変動パターンを記憶し、その記憶をもとに将来値を予測する方法などが利用できるが、本実施例では図4のようなニューラルネットを用いた。

【0027】図4のニューラルネットは、入力としてポンプ井水位（ポンプ井の水位と流入渠の水位とが同一の挙動を示す場合には、流入渠水位でもよい）、除塵流入ゲート開度、汚水ポンプ吐出量、実績流入量、実績流入量変化率等のプラントの時系列データを与えると、予測流入量（1時間当たり）が出力される。ここで、実績流入量変化率とは現在と1制御周期前の実績流入量の差を

いう。

【0028】メンバーシップ・ルール変更装置41では、目標吐出量演算に使用するファジィ推論のためのメンバーシップ関数、演算ルールの作成・修正が行える。その際、プラントデータ保存装置に保存された過去のデータを用いて作成・修正を行うこともできる。メンバーシップ・ルール変更装置41にて決定されたメンバーシップ関数、演算ルールはただちに目標吐出量演算装置42に反映される。

【0029】ポンプ井目標水位設定装置53では、操作員が制御の目標となるポンプ井目標水位を設定し、その値が記憶される。

【0030】目標吐出量演算装置42では、ポンプ井目標水位設定装置53で設定されたポンプ井の目標水位、流入量予測装置32により求められる予測流入量、プラントデータ保存装置51に保存された実績流入量、ポンプ井水位、汚水ポンプ吐出量等の情報より演算される情報（例えば将来のポンプ井水位など）を入力とし、目標吐出量を決定する。

【0031】本実施例では、目標吐出量決定にファジィ推論を採用し、ポンプ井水位偏差、揚水量偏差をファジィ推論の入力とする。ポンプ井水位偏差とはその時点でのポンプ井水位とポンプ井目標水位の差を、揚水量偏差とは予測流入量と現在のポンプ吐出量の差をいう。

【0032】

ポンプ井水位偏差＝ポンプ井水位－ポンプ井目標水位  
揚水量偏差＝予測流入量－ポンプ吐出量

本実施例で用いたファジィ推論による目標吐出量演算ルールの例を表1に示す。

【0033】

【表1】

表 1

目標吐出量演算ルール

目標吐出量を・・・		揚水量偏差		
		プラスで大きい	大きくない	マイナスで大きい
ポンプ井 水位偏差	プラスで大きい	増やす	増やす	そのまま
	大きくない	そのまま	そのまま	そのまま
	マイナスで大きい	そのまま	減らす	減らす

【0034】表1のルールでは水位偏差がプラスで大きく、揚水量偏差が大きくないか或いはプラスで大きいときは目標吐出量を増やし、ポンプ井水位偏差がマイナスで大きく、揚水量偏差が大きくないか或いはマイナスで大きいときに目標吐出量を減らす。つまり、現在の状況があまり良くない（ポンプ井水位偏差が大きい）うえに、将来も状況が良くなりそうにない場合のみ目標吐出量を変更し、それ以外では一定としている。

【0035】ここで、「プラスで大きい」「大きくない」「増やす」「減らす」等の曖昧な表現は図5から図

7のようなメンバーシップ関数によって表現する。

【0036】図5において、ポンプ井水位偏差は±0.5[m]で「大きくない」という評価が高く、この変動幅は許容される範囲であることを意味する。一方、±1[m]以上では「プラスで大きい」または「マイナスで大きい」という評価が高くなり、この変動幅は望ましくない状態といえる。

【0037】図6の揚水量偏差は、0[m<sup>3</sup>/hr]を中心に±600[m<sup>3</sup>/hr]で「大きくない」となっており、予測流入量と汚水ポンプ吐出量の差が小さいほ

ど評価が高くなる。

【0038】次に、目標吐出量が実際に求められるまでの課程について詳しく述べる。例として、

ポンプ井水位偏差：-1.2 [m]

揚水量偏差：-500 [m<sup>3</sup>/hr]

の場合の目標吐出量算出課程を図8から図9に示す。

【0039】まず、ポンプ井水位偏差、揚水量偏差が求められたら、メンバーシップ関数をもとにそれぞれの適合度を求める。例の場合、ポンプ井水位は-1.2

[m]であるから、「マイナスで大きい」適合度が1.0となる(図8)。一方、揚水量偏差は-500 [m<sup>3</sup>/hr]では「マイナスで大きい」と「大きくない」の2つにまたがる。この場合、この2つともに適合度を算出する。「マイナスで大きい」では0.83、「大きくない」では0.17となる(図9)。

【0040】この例のルールではポンプ井水位偏差、揚水量偏差の2つの条件があるため、2つの総合した条件としての適合度を求める。条件部の適合度は、ポンプ井水位偏差、揚水量偏差の適合度の小さい方の値とする。

【0041】

条件部適合度=min(ポンプ井水位偏差、揚水量偏差)ところで、揚水量偏差の適合度算出において、揚水量偏差が2つのメンバーシップにまたがっていたので、条件部の適合度も2通りについて算出する。

【0042】揚水量偏差がマイナスで大きい場合は、  
条件部適合度=min(1.0, 0.83)=0.83

揚水量偏差が大きい場合は、

条件部適合度=min(1.0, 0.17)=0.17となる。

【0043】表1のルールに従い条件部に対応する結論を抜き出す。この例の場合、ポンプ井水位偏差は「マイナスで大きい」、揚水量偏差は「マイナスで大きい」と「大きくない」に当てはまるので、結論は「目標吐出量を減らす」となる。この抜き出された結論部のメンバーシップ関数を条件部の適合度で区切り、台形を切り取る(図10、図11の斜線部)。

【0044】次に、切り取られた台形をすべての条件について重ね合わせる(図12)。重ね合わされてできた図形について重心を求め、その重心に対応する揚水量が目標吐出量偏差となる(この操作をファジィと呼ぶ)。この例の場合、-395 [m<sup>3</sup>/hr]となる。

【0045】この目標吐出量偏差を現在の目標吐出量に加え、新しい目標吐出量とする。

【0046】汚水ポンプ制御装置54は目標吐出量演算装置42で算出された目標吐出量に従い汚水ポンプ15の運転台数、回転数、吐出弁開度等を決定し、ポンプ吐出量を目標吐出量に調節する。

【0047】

【発明の効果】本発明では、将来の汚水流入量を予測し、さらに現在・将来の状況をもとに、なるべく目標吐出量を変化させないように予め作成されたルールに従い汚水ポンプの目標吐出量を決定する。従って、汚水流入量にかかわらずに、なるべく一定量の汚水を処理施設へ輸送することができ、処理施設で安定な処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】汚水ポンプ制御装置の構成図。

【図2】実績流入量概念図。

【図3】貯留量とポンプ井水位との関係を示すグラフ。

【図4】流入量予測ニューラルネットの構成図。

【図5】メンバーシップ関数を示す図(ポンプ井水位偏差)。

【図6】メンバーシップ関数を示す図(揚水量偏差)。

【図7】メンバーシップ関数を示す図(目標吐出量)。

【図8】条件ごとの適合度算出を示す図(ポンプ井水位偏差)。

【図9】条件ごとの適合度算出を示す図(揚水量偏差)。

【図10】条件部適合度の算出を示す図(揚水量偏差がマイナスで大きい場合)。

【図11】条件部適合度の算出を示す図(揚水量偏差が大きい場合)。

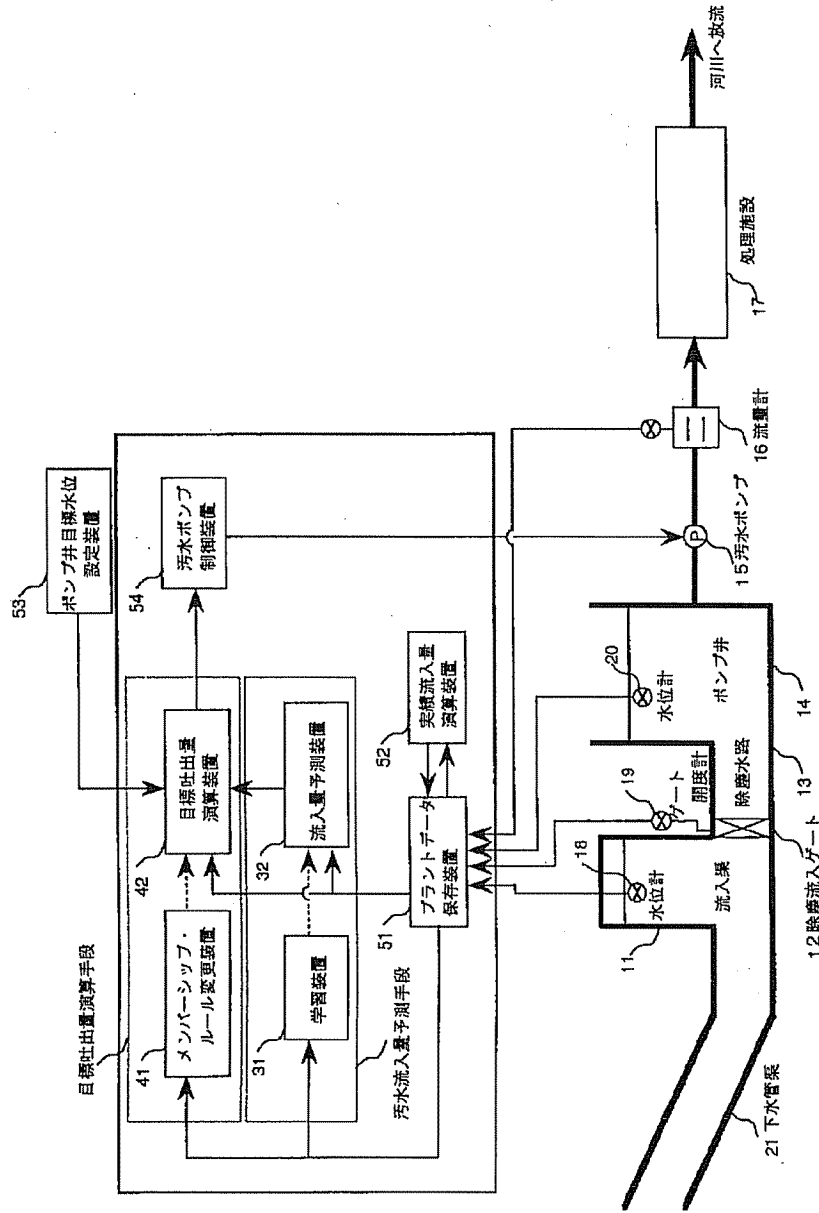
【図12】デファジィを示す図。

【符号の説明】

11…流入渠、12…除塵流入ゲート、13…除塵水路、14…ポンプ井、15…汚水ポンプ、16…流量計、17…処理施設、18…水位計、19…ゲート開度計、20…水位計、21…下水管渠、31…学習装置、32…流入量予測装置、41…メンバーシップ・ルール変更装置、42…目標吐出量演算装置、51…プラントデータ保存装置、52…実績流入量演算装置、53…ポンプ井目標水位設定装置、54…汚水ポンプ制御装置。

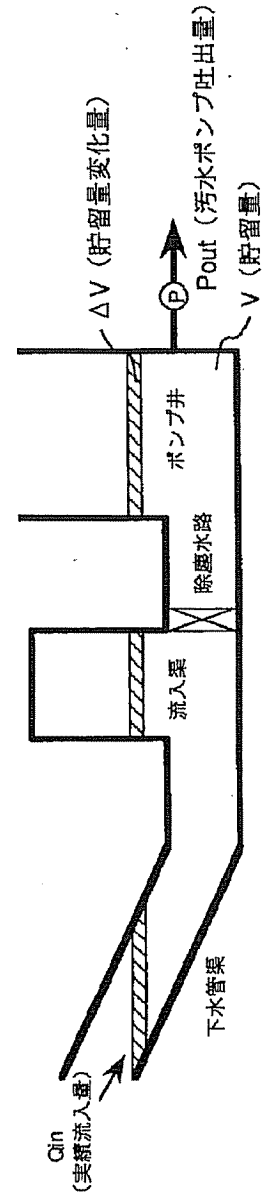
【図1】

図 1



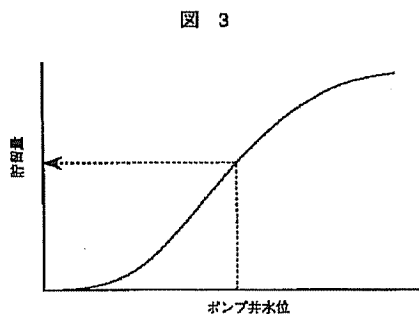
【図2】

図 2

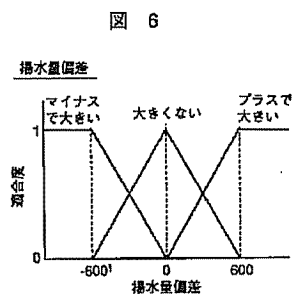




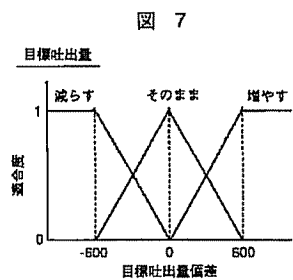
【図 3】



【図 6】

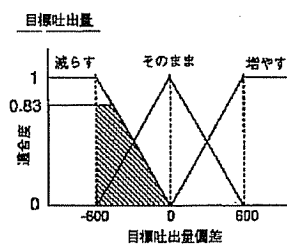


【図 7】

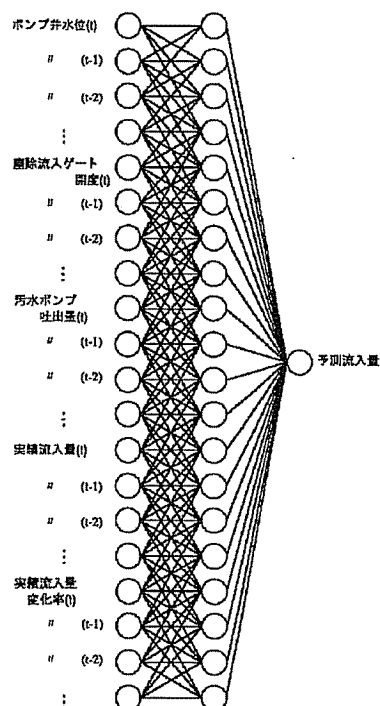


【図 10】

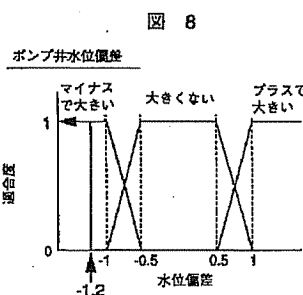
揚水量偏差がマイナスで大きい場合  
 ポンプ井水位偏差 : 1.0  
 揚水量偏差 : 0.83  
 → 条件部適合度 =  $\min(1.0, 0.83)$   
 = 0.83



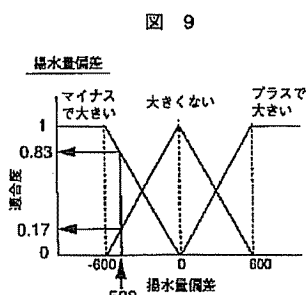
【図 4】



【図 8】



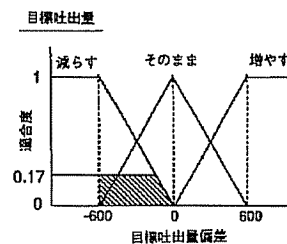
【図 9】



【図 11】

揚水量偏差が大きい場合  
 ポンプ井水位偏差 : 1.0  
 揚水量偏差 : 0.17  
 → 条件部適合度 =  $\min(1.0, 0.17)$   
 = 0.17

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 依田 幹雄

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立製作所大みか工場内